

МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ ВИЯВЛЕННЯ ІМПУЛЬСНОЇ ЗАВАДИ ДЛЯ СИСТЕМИ СЕЛЕКЦІЇ РУХОМИХ ЦІЛЕЙ

К. т. н. І. В. Цевух, А. А. Сакович, О. С. Карпенко

Державний університет «Одеська політехніка»

Україна, м. Одеса

itsevukh@op.edu.ua, anastasia9247ost@gmail.com, oleg546karpenko@gmail.com

Запропоновано квазіоптимальний алгоритм виявлення імпульсних завад для пристроїв селекції рухомих цілей радіосистем вилучення інформації. В середовищі Simulink сформовано структурну схему і проведено моделювання розробленого алгоритму в умовах адитивної суміші некорельованої та нестационарної корельованої гаусових завад.

Ключові слова: алгоритм виявлення, імпульсна завада, суміш корельованої та некорельованої завад

Наявність на вході радіосистем вилучення інформації (РВІ) впливу у вигляді хаотичних імпульсних завад на тлі адитивної суміші корельованих та некорельованих завад суттєво знижує ефективність системи селекції рухомих цілей (СРЦ). Задача виявлення імпульсної завади в умовах зазначеної суміші відомої потужності вирішується відносно нескладно на підставі відношення тесту правдоподібності за наявності апріорних відомостей про потужність завад [1]. Однак на практиці через відсутність даних про потужність завад цей метод, що характеризує потенційні можливості виявлення, неможливо реалізувати в оптимальній формі. Справді, характеристики обладнання та поведінка постановника імпульсної завади можуть бути найрізноманітнішими, окрім того, можлива варіація завадової обстановки залежно від місцеперебування та умов спостереження.

Метою цієї роботи є розроблення та моделювання квазіоптимального алгоритму виявлення імпульсної завади для системи селекції рухомих цілей РВІ, що може ефективно функціонувати в умовах адитивної суміші некорельованої та нестационарної корельованої завади.

В переважній більшості випадків основою методики синтезу алгоритму виявлення імпульсної завади на тлі суміші корельованої та некорельованої завад невідомої потужності є адаптивний Баєсовий підхід. Його використання з урахуванням отриманої оцінки параметрів дозволяє синтезувати правило прийняття рішення щодо наявності або відсутності імпульсної завади в k -й вибірці вхідного сигналу X j -го періоду повторення

$$|X_{k,j}|^2 \geq C \sum_{i=1}^n |X_{i,j}|^2, i \neq k, \quad (1)$$

де C — коефіцієнт, що обчислюється залежно від заданої ймовірності помилкової тривоги та обсягу навчальної вибірки n .

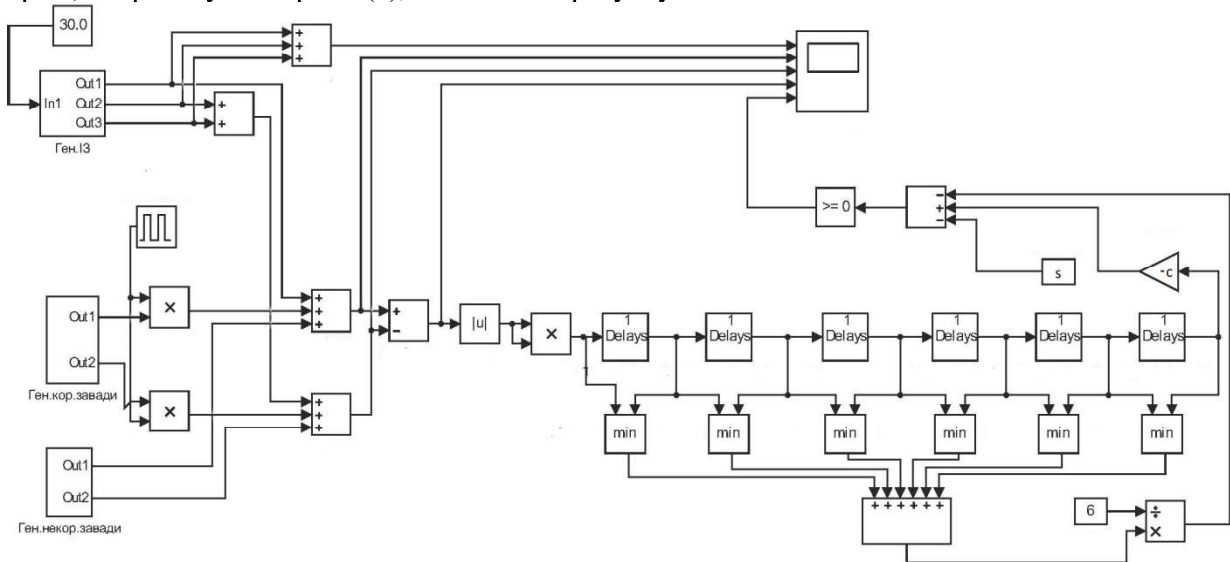
Для практичних випадків відношення потужностей імпульсної та корельованої завад на вході приймача виявляється недостатнім для ефективного виявлення імпульсної завади за допомогою (1). Крім того, при зміні потужності підстилаючої завади алгоритм (1) стає непрацездатним, оскільки будь-який стрибок нестационарної завади сприймається як імпульсна завада і виключається з процесу вимірювання.

З урахуванням того, що найпростішим, але досить ефективним пристроєм придушення пасивних завад у складі систем СРЦ часто є пристрій черезперіодної компенсації (ЧПК), пропонується евристична процедура, яка реалізує такий квазіоптимальний алгоритм:

$$c |X_{k,j} - X_{k,j-1}|^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \min\{|X_{k+i,j} - X_{k+i,j-1}|^2; |X_{k+(i+1),j} - X_{k+(i+1),j-1}|^2\} > 0, \quad i \neq k, \quad (2)$$

де c — коефіцієнт, що обчислюється залежності від заданої ймовірності помилкової тривоги та міжперіодного коефіцієнту кореляції пасивної завади; $\min\{a; b\}$ — мінімальне значення серед величин a та b .

Як видно, алгоритм роботи виявляча (2) полягає у визначенні знаку різниці між помноженим на константу "с" квадратом модуля Y_k відліку процесу з виходу схеми ЧПК та виваженою сумою $n+1$ виходів схем відбору мінімуму сигналів з кожного з n елементів лінії затримки. Якщо ця різниця додатна, то приймається рішення про наявність імпульсної завади в k -му елементі на виході ЧПК. Якщо ж вона від'ємна, то вважається, що імпульсної завади в цьому елементі немає. Структурну схему пристрою, що реалізує алгоритм (2), наведено на рисунку.



Структурна схема виявлення імпульсної завади в Simulink

З метою перевірки ефективності роботи запропонованого виявляча імпульсних завад (2) у порівнянні з пристроєм, що реалізує метод (1), було проведено моделювання їх роботи в середовищі Simulink. Розглядалося 2000 елементів роздільної здатності за дальністю у двох сусідніх періодах повторення. У кожному елементі роздільної здатності діяла некорельована завада з гаусовою щільністю розподілу ймовірностей, а в елементах з 800 по 960 та з 1600 по 1760 — ще й корельована завада також з гаусовою щільністю розподілу, відношенням потужності до некорельованої завади 30 дБ та модулем комплексного міжперіодного коефіцієнту кореляції $r = 0,99$. Елементи роздільної здатності з номерами 400, 875 першого періоду повторення та елемент 1670 другого періоду уражалися імпульсною завадою з відношенням її потужності до потужності некорельованої завади в діапазоні 30...50 дБ. Розмір «ковзного вікна» n дорівнював 6. Результати моделювання показали, що відносна частота помилкового виявлення для розробленого пристрою є значно нижчою, ніж у відомому пристрої, що дозволяє рекомендувати запропонований алгоритм виявлення імпульсних завад для використання в пристроях селекції рухомих цілей радіосистем вилучення інформації.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Richards M.A., Scheer J.A., Holm W.A. (Eds.) *Principles of Modern Radar: Vol.1 – Basic Principles*. SciTech Publishing, IET, Edison, NJ, 2010, 924 p.
2. Цевух И.В., Синяков Д.О. Алгоритм когерентно-некогерентной обработки радиосигналов в условиях комплекса помех. *Труды 20-й МНПК «Современные информационные и электронные технологии»*, Украина, Одесса, 2019, с. 30–31.

I. V. Tsevukh, A. A. Sakovich, O. S. Karpenko

Pulse noise detection algorithm for moving target selection systems

The authors propose a quasi-optimal algorithm for detecting pulse noise for moving target indication devices of information extraction radio systems. In the Simulink environment, the structural scheme is formed and the developed algorithm is simulated for the conditions of additive mixture of uncorrelated and nonstationary correlated Gaussian noise.

Keywords: *detection algorithm, pulse noise, mixture of correlated and uncorrelated noise.*